Aufteilung von Horizontallasten auf Wandscheiben

Aus Wind- oder Erdbebenlasten können Horizontalkräfte auf ein Gebäude wirken. Diese Horizontalkräfte müssen nun auf die einzelnen Wandscheiben aufgeteilt werden. Sind die Geschossdecken ausreichend steif, kann die Kraft entsprechend der Wandsteifigkeiten unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Verbindungsmittel aufgeteilt werden. In Bachmann [1] wird hierzu eine Methode beschrieben, welche jedoch auf orthogonal angeordnete Wände beschränkt ist. Für eine allgemeinere Formulierung besteht die Möglichkeit die Wände als Wegfedern zu modellieren, welche über die starr angenommene Deckenscheibe miteinander gekoppelt sind.

Die Steifigkeit c einer Wandscheibe ist stark abhängig von der Fügetechnik. Bei einigermassen gleichmäßigen Aufteilung der Verbindungsmitteln kann die Steifigkeit der Scheiben proportional zu ihrer jeweiligen Länge angenommen werden. Für Brettsperrholzwände mit aktuell verwendete Zuganker und Schubwinkel kann in erster Näherung mit $c ~ \ell^{1,5}$ gerechnet werden. Im Holzriegelbau wird mit $c ~ \ell$ und im Betonbau mit $c ~ \ell^{3}$ gerechnet.

Modellierung als starre Deckenscheibe und Wände als Wegfedern

Transformationsmatrix für Verdrehung:

\begin{equation} \label{eq:eqn_matrix_D} D = \left[{\matrix{ {\cos \left(\alpha \right)} & {\sin \left(\alpha \right)} & 0 \cr { - \sin \left(\alpha \right)} & {\cos \left(\alpha \right)} & 0 \cr 0 & 0 & 1 \cr } } \right] \end{equation}

Transformationsmatrix für die Exzentrizität zum Ursprung:

\begin{equation} \label{eq:eqn_matrix_E} E = \left[{\matrix{ 1 & 0 & { - {y_0}} \cr 0 & 1 & {{x_0}} \cr 0 & 0 & 1 \cr } } \right] \end{equation}

Transformationsmatrix Drehung und Exzentrizität:

\begin{equation} \label{eq:eqn_matrix_T} T = D \cdot E \end{equation}

Steifigkeitsmatrix einer Wand im lokalen Koordinatensystem:

\begin{equation} \label{eq:eqn_local_stiffness_wall} {k_L} = \left[{\matrix{ c & 0 & 0 \cr 0 & 0 & 0 \cr 0 & 0 & 0 \cr } } \right] \end{equation}

Steifigkeitsmatrix einer Wand im globalen Koordinatensystem:

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_stiffness_wall} {k_G} = {T^T} \cdot {k_L} \cdot T = {E^T} \cdot {D^T} \cdot {k_L} \cdot D \cdot E \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_stiffness_wall_detail} {k_G} = \left[{\matrix{ {c \cdot \cos {{\left(\alpha \right)}^2}} & {c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right)} & { -

{y_0} \cdot c \cdot \cos {{\left(\alpha \right)}^2} + {x_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right)} \cr {c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right)} & {c \cdot \sin {{\left(\alpha \right)}^2}} & { - {y_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right) + {x_0} \cdot c \cdot \sin {{\left(\alpha \right)}^2}} \cr { - {y_0} \cdot c \cdot \cos {{\left(\alpha \right)}^2} + {x_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right)} & { - {y_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right) + {x_0} \cdot c \cdot \sin {{\left(\alpha \right)}^2}} & { - {y_0}\left({ - {y_0} \cdot c \cdot \cos {{\left(\alpha \right)}^2} + {x_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right)} \right) + {x_0}\left({ - {y_0} \cdot c \cdot \cos \left(\alpha \right) \cdot \sin \left(\alpha \right) + {x_0} \cdot c \cdot \sin {{\left(\alpha \right)}^2}} \right)} \cr } } \right] \end{equation}

Assemblierung in globale Steifigkeitsmatrix:

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_stiffness} {K_G} = \sum {{k_G}} \end{equation}

Globale Einwirkungen im Ursprung:

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_force} {F_G} = \left[{\matrix{ {{F_{x,0}}} \cr {{F_{y,0}}} \cr {{M_0}} \cr } } \right] \end{equation}

Zusammenhang Kraft-Verformung im globalen Koordinatensystem:

\begin{equation} \label{eq:eqn_relation_force_displacement_global} {F_G} = {K_G} \cdot {U_G} \end{equation}

Globale Knotenverschiebungen:

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_displacement} {U_G} = K_G^{ - 1} \cdot {F_G} \end{equation}

Für die Invertierung der Steifigkeitsmatrix darf die Determinante nicht null sein:

\begin{equation} \label{eq:eqn_det_KG} \det {K_G} \ne 0 \end{equation}

Invertierte Steifigkeitsmatrix:

\begin{equation} \label{eq:eqn_inverted_stiffness_matrix} K_G^{ - 1} = \left[{\matrix{ {K_{xx}^{ - 1}} & {K_{xy}^{ - 1}} & {K_{x\varphi }^{ - 1}} \cr {K_{yx}^{ - 1}} & {K_{yy}^{ - 1}} & {K_{y\varphi }^{ - 1}} \cr {K_{\varphi x}^{ - 1}} & {K_{\varphi y}^{ - 1}} & {K_{\varphi \varphi }^{ - 1}} \cr } } \right] \end{equation}

Die lokalen Knotenverschiebungen ergeben sich somit zu:

\begin{equation} \label{eq:eqn_local_displacement} {u_L} = D \cdot E \cdot {U_G} \end{equation}

Und daraus können die lokalen Kräfte ermittelt werden:

\begin{equation} \label{eq:eqn_local_force} {f_L} = {k_L} \cdot {u_L} \end{equation}

Die lokalen Kräfte können nun wiederum ins globale Koordinatensystem transformiert werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_global_force_of_wall} {f_G} = {T^T} \cdot {f_L} \end{equation}

Das Steifigkeitszentrum wird folgendermaßen ermittelt:

$$\label{eq:eqn_stiffness_center_x} {x_S} = - {{K_{y\varphi }^{ - 1}} \over {K_{\varphi \varphi }^{ - 1}}}$$

$$\label{eq:eqn_stiffness_center_y} {y_S} = + {{K_{x\varphi }^{ - 1}} \over {K_{\varphi \varphi }^{ - 1}}}$$

From:
https://wiki.ihbv.at/ - **IHBV Wiki**

Permanent link:
https://wiki.ihbv.at/doku.php?id=clt:design:building_system:horizontal_load_distribution_on_shear_walls&rev=1486983250

Last update: **2019/02/21 10:22**
Printed on 2026/11/09 20:59